

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: Toshikazu SATO et al.
Title: GAS RECLAIMING EQUIPMENT
Appl. No.: Unassigned
Filing Date: September 29, 2000
Examiner: Unassigned
Art Unit: Unassigned



4
14
30/01

CLAIM FOR CONVENTION PRIORITY

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed.

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of said original foreign application:

Japanese Patent Application
No. 11-282045 filed 1 OCTOBER 1999.

Respectfully submitted,

Date: September 29, 2000

FOLEY & LARDNER
Washington Harbour
3000 K Street, N.W., Suite 500
Washington, D.C. 20007-5109
Telephone: (202) 672-5489
Facsimile: (202) 672-5399

By George E. Quinn 32792
for Johnny A. Kumar
Attorney for Applicant
Registration No. 34,649

日 本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 1 9 9 9 年 1 0 月 1 日

出 願 番 号
Application Number: 平成 1 1 年 特 許 願 第 2 8 2 0 4 5 号

出 願 人
Applicant (s): 株式会社東芝

1 9 9 9 年 1 2 月 1 0 日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Patent Office

近 藤 隆 彦

出証番号 出証特平 1 1 - 3 0 8 6 5 8 2

【書類名】 特許願

【整理番号】 83A9970031

【提出日】 平成11年10月 1日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01H 33/00

【発明の名称】 ガス回収装置

【請求項の数】 10

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市川崎区浮島町 2 番 1 号 株式会社東芝
 浜川崎工場内

 【氏名】 猪原 俊明

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市川崎区浮島町 2 番 1 号 株式会社東芝
 浜川崎工場内

 【氏名】 今井 隆浩

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市川崎区浮島町 2 番 1 号 株式会社東芝
 浜川崎工場内

 【氏名】 佐藤 敏和

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市川崎区浮島町 2 番 1 号 株式会社東芝
 浜川崎工場内

 【氏名】 直塚 浩美

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市川崎区浮島町 2 番 1 号 株式会社東芝
 浜川崎工場内

 【氏名】 村瀬 洋

【特許出願人】

 【識別番号】 000003078

【氏名又は名称】 株式会社 東芝
【代理人】
【識別番号】 100081961
【弁理士】
【氏名又は名称】 木内 光春
【手数料の表示】
【予納台帳番号】 013538
【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ガス回収装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 S F 6 ガスを含む複数種の絶縁性ガスからなる混合ガスを充填したガス絶縁機器に用いられる装置であって、ガス絶縁機器から混合ガスを回収してこれを加圧し前記混合ガス中の S F 6 ガスを液化する加圧液化装置と、前記混合ガスから分解ガス及び粒子状の異物を除去するフィルタと、前記ガス絶縁機器から前記加圧液化装置に前記混合ガスを送り込むポンプと、前記加圧液化装置により液化された S F 6 液を溜める貯蔵タンクとが備えられたガス回収装置において、

前記加圧液化装置内のガス相を加圧液化装置に対する混合ガスの導入部へと還流する還流ラインが設けられたことを特徴とするガス回収装置。

【請求項 2】 S F 6 ガスを含む複数種の絶縁性ガスからなる混合ガスを充填したガス絶縁機器に用いられる装置であって、ガス絶縁機器から混合ガスを回収してこれを加圧し前記混合ガス中の S F 6 ガスを液化する加圧液化装置と、前記混合ガスから分解ガス及び粒子状の異物を除去するフィルタと、前記ガス絶縁機器から前記加圧液化装置に前記混合ガスを送り込むポンプと、前記加圧液化装置により液化された S F 6 液を溜める貯蔵タンクとが備えられたガス回収装置において、

前記ガス絶縁機器と前記加圧液化装置との間に、前記混合ガスから特定種類のガスを分離して高純度の S F 6 ガスを前記加圧液化装置に送り込むガス分離装置が設けられ、

前記ガス絶縁機器と前記ガス分離装置との間に、前記混合ガスを保管するための導入部バッファタンクが設けられたことを特徴とするガス回収装置。

【請求項 3】 前記導入部バッファタンク内に、口径が 5 オングストローム及び 10 オングストロームであるゼオライト系の吸着剤が封入されたことを特徴とする請求項 2 記載のガス回収装置。

【請求項 4】 前記混合ガスを減圧して回収するときに限って、前記導入部バッファタンクに前記混合ガスを保管するように構成されたことを特徴とする請

求項 2 または 3 記載のガス回収装置。

【請求項 5】 前記ガス分離装置が、選択吸着性を有する吸着剤を用いた圧力スイング吸着装置から構成されたことを特徴とする請求項 2、3 または 4 記載のガス回収装置。

【請求項 6】 前記ガス分離装置が透過膜から構成されたことを特徴とする請求項 2、3 または 4 記載のガス回収装置。

【請求項 7】 前記ガス分離装置が多段に配置されたことを特徴とする請求項 2、3、4、5 または 6 記載のガス回収装置。

【請求項 8】 前記ガス分離装置にて分離された特定種類のガスを溜める排出ガス溜めタンクが設けられ、

この排出ガス溜めタンク内に SF₆ ガスを吸着する吸着剤が封入されたことを特徴とする請求項 2、3、4、5、6 または 7 記載のガス回収装置。

【請求項 9】 前記フィルタ内に前記分解ガスを吸収する化学吸着タイプの吸着剤が組み込まれたことを特徴とする請求項 1、2、3、4、5、6、7 または 8 記載のガス回収装置。

【請求項 10】 前記ガス絶縁機器内に、口径が 5 オングストローム及び 10 オングストロームであるゼオライト系の吸着剤が封入され、

このうち 5 オングストロームの吸着剤の比率が 80 wt% 以上、10 オングストロームの吸着剤の比率が 20 wt% 以下となるように構成されたことを特徴とする請求項 1、2、3、4、5、6、7、8 または 9 記載のガス回収装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、絶縁性ガスを充填したガス絶縁機器に用いられるガス回収装置に係り、特に、絶縁性ガスとして窒素ガスに SF₆ ガスを少量添加した環境対応型のガス絶縁機器に適したガス回収装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

一般に、変電所には系統切換えや保守点検などを行うために遮断器や断路器等

の機器が設置されている。これら機器のうち特に大形のものには、SF₆ガスが内部に充填されたガス絶縁機器が採用されている。SF₆ガスは絶縁性能と消弧性能に優れており、高い信頼性を獲得している。また、SF₆ガスは化学的にも安定で無害な気体であるため、これらの機器の絶縁媒体として広く用いられている。

【0003】

しかしながら、SF₆ガスは温室効果が高く、分解までの寿命が長いという性質も有している。そこで今後の長期にわたる地球環境保護の観点から、排出規制対象として指定されるに至った。したがって、定期検査や部品交換に際してはガス絶縁機器からSF₆ガスが外部に漏れないようにこれを回収する必要がある。

【0004】

SF₆ガスを回収する場合、ガス状態のままで回収、保管すると、SF₆ガスの体積が大きいので保管用のタンクが大型化する。タンクの大型化を防ぐためには高圧力状態にしてSF₆ガスの体積を小さくすれば良いが、安全面での問題が生じ易い。そこで従来より、SF₆ガスを加圧液化し、SF₆液としてタンクに回収するガス回収装置が提案されている。このような装置によれば回収用のタンクが小形で済み、安全性も確保することができる。

【0005】

ここで、図8を参照してガス回収装置の従来例について具体的に説明する。このガス回収装置はガス絶縁機器1（図中では中身は省略）に用いられるもので、フィルタ2、真空・加圧ポンプ3、加圧液化装置6、SF₆液タンク7、冷凍機11及び冷却パイプ12から構成されている。ガス絶縁機器1、フィルタ2、真空・加圧ポンプ3、加圧液化装置6及びSF₆液タンク7は配管13で結ばれており、バルブ類14にて流路が制御されている。

【0006】

なお、フィルタ2はアークなどにより発生するSF₆の分解ガスを吸着したり粒子状の異物を捕えるものである。また、ガス絶縁機器1には高度な乾燥状態と高いSF₆ガス純度が要求されるので、水分や分解ガスの除去を目的として吸着

剤があらかじめ封入されている。吸着剤としては5オングストロームまたは10オングストロームのゼオライト系のものが一般的である。

【0007】

このようなガス回収装置においては、真空・加圧ポンプ3がガス絶縁機器1から加圧液化装置6にSF₆ガスを送り込み、冷凍機11から冷却パイプ12に冷媒が送られて加圧液化装置6にてSF₆ガスの液化を行う。そして、SF₆液タンク7がSF₆液を回収し、保管することができる。

【0008】

吸着対象となる水分や分解ガス類および関連のガス分子を吸着力の大きい方から並べると、HF、H₂O、SO₂、SOF₂、SO₂F₂、CO₂、SF₆、CF₄、N₂、O₂のようになる。この中でHFは最も反応性が高く、吸着剤に化学吸着しており、その吸着エネルギーは、約100kcal/molである。その他のガス類は、物理吸着していると考えられている。

【0009】

物理吸着の場合の吸着エネルギーは、1～4kcal/mol程度である。物理吸着は化学吸着に比べて吸着の程度が小さいので減圧下では、吸着剤から離脱することが考えられる。（なお、物理吸着の場合、吸着順位の低いものが吸着していても、吸着力の大きな分子が来た場合、置換する格好で吸着していく）。これらのガス類の中では、水分は減圧下でも離脱しにくいことが確認されているが、SO₂以下のガスは、SF₆ガス回収のため減圧した場合には吸着剤から離脱するのでガス絶縁機器1内から出て、回収装置側に入る可能性がある。そこで、フィルタ2が分解ガスや異物を捕え、加圧液化装置6への侵入を防いでいる。

【0010】

ところで長期にわたる地球環境を考えた場合、今後更にSF₆ガスの排出量を削減する必要があるが、そのためには、排出の要因にもなる全体の使用量自体を低減させることが望ましい。具体的には、機器の小型化や他のガスへの変換などが提案されているが、中でも実現性の可能性の高い対策として窒素ガスを母体ガスとしこれにSF₆ガスを少量添加した混合ガスの使用が削減に有効であると考えられている。

【0011】

SF₆ガスと窒素ガスの特性は大幅に異なっており、SF₆ガスの液化する条件では、窒素はガスとして存在し、2つのガスが同時に液化することはない。そのため、混合ガス中のSF₆ガスだけを液化し、窒素ガスと分離させることが可能である。表1に両者の特性値を示す。

【0012】

【表1】

SF₆ガスの液化圧力について 周囲温度 at 20℃

混合割合	概略の液化圧力
純SF ₆ ガス	2MPa
50vol%SF ₆ ガス	4MPa
10vol%SF ₆ ガス	20Mpa 以上

すなわち、SF₆ガスの純度が高ければSF₆ガスの加圧液化は室温（20℃）下でも比較的低压でも容易であるものが、混合ガス系では高圧力にしないとSF₆ガスが液化しない。上記の表に示したように、10vol%SF₆ガスの場合、室温下では20Mpa 以上の非常に大きな圧力が必要となり、液化が極めて困難であった。そのため、大型の冷凍装置を併用して液化圧力を下げる必要があった。その結果、装置が大型化し易くなり、ガスの回収・リサイクルの障害になり得た。そこで本出願人は、SF₆ガスを効率良く分離でき、且つ小形化が容易な液化回収装置（特願平10-232640号，特願平11-078588号など）を提案している。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、SF₆ガスを含む混合ガスを回収する従来の技術には次のような問題点があった。すなわち、加圧液化装置6に混合ガスを取込んでSF₆ガスを連続的に液化する場合、SF₆ガスの方は加圧液化装置6の働きにより液化していくが、混合ガスの母体ガス（上記の例では窒素ガス）の方は加圧液化装置6内にガスの状態で溜まり続けることになる。そのため、加圧液化装置6の設計圧力をオーバーする前にこの母体ガスを装置6から抜かなくてはならない。ところ

が、この母体ガスには蒸気圧分のSF₆ガスが含まれている可能性があり、これを大気中にそのまま放出することができない。そこで、母体ガス中にSF₆ガスが残留することがないように、SF₆ガスの回収率を高めることが望まれていた。

【0014】

また、混合ガスの回収作業を考えると、回収初期はガス絶縁機器内のガス圧力が高いため、バルブを開けるだけで自動的にガスが回収装置側に流れていき、流量の調整も容易である。ところが、回収作業を進めていくと、大気圧を経て最終的には、減圧条件下で回収を進めていかななくてはならない。減圧条件下では、加圧・真空ポンプの能力に依存することになり、単位時間当たりの処理量が小さくなる。そのため十分な流量を確保することが難しくなり、回収効率が低下した。

【0015】

さらに、加圧・真空ポンプによって強制的にガスを引いた場合、予めガス絶縁機器内に入っている吸着剤から分解ガスが離脱し、回収装置側に排出されることになる。分解ガスが回収装置内に入ると、装置内の構成材料が化学的に劣化したり、目詰まりを起こすなどの悪影響を受けることになり、寿命の点で問題が生じた。そのため、ガス絶縁機器から出た分解ガスを確実に捕えることが求められていた。

【0016】

また、前述したようにガス絶縁機器内には通常、5オングストロームや10オングストロームという孔径に代表される色々なゼオライト系の吸着剤が主として封入されている。このとき、10オングストロームのゼオライト系の吸着剤は回収対象ガスであるSF₆ガスを吸着するので、吸着剤の量が多いと、減圧回収時にガス絶縁機器側からSF₆ガスが徐々に長期にわたって離脱することになり、SF₆ガスの回収に時間がかかるという不具合があった。一方、5オングストロームのゼオライト系吸着剤だけだと、一部の5オングストロームを超える大きさの分解ガスの吸着が困難となり、吸着速度が遅くなる可能性があった。したがって、ガス絶縁機器内の吸着剤における配合の最適化が望まれていた。

【0017】

本発明は、以上述べた問題点を解決するために提案されたものであり、その主たる目的は、少量のSF₆ガスを含む混合ガスからSF₆ガスを液化回収する装置において、SF₆ガスの回収率を高めると共に、減圧条件下での回収効率を高めて回収作業時間の短縮化を図ることである。

【0018】

また、本発明の他の目的は、ガス絶縁機器から排出される分解ガスを確実に除去して装置の長寿命化を実現することにある。さらに、本発明の他の目的は、ガス絶縁機器内の吸着剤における配合の最適化を図り、優れた回収効率を発揮することにある。

【0019】

【課題を解決するための手段】

本発明は以上の目的を達成するために提案されたもので、SF₆ガスを含む複数種の絶縁性ガスからなる混合ガスを充填したガス絶縁機器に用いられる装置であって、ガス絶縁機器から混合ガスを回収してこれを加圧し前記混合ガス中のSF₆ガスを液化する加圧液化装置と、前記混合ガスから分解ガス及び粒子状の異物を除去するフィルタと、前記ガス絶縁機器から前記加圧液化装置に前記混合ガスを送り込むポンプと、前記加圧液化装置により液化されたSF₆液を溜める貯蔵タンクとが備えられたガス回収装置において、次のような特徴を有している。

【0020】

請求項1の発明は、前記加圧液化装置内のガス相を加圧液化装置に対する混合ガスの導入部へと還流する還流ラインが設けられたことを特徴とする。

【0021】

このような請求項1の発明では、加圧液化装置内のガス相にSF₆ガスが含まれていても、還流ラインを通して加圧液化装置の導入部側に戻し、再び加圧液化装置に入れることができる。これにより、SF₆ガスの回収率が大幅に向上し、SF₆ガスの大気への放出をほとんど無視できる程にSF₆ガスを回収することができる。

【0022】

請求項2の発明は、前記ガス絶縁機器と前記加圧液化装置との間に、前記混合ガスから特定種類のガスを分離して高純度のSF₆ガスを前記加圧液化装置に送り込むガス分離装置が設けられ、前記ガス絶縁機器と前記ガス分離装置との間に、前記混合ガスを保管するための導入部バッファタンクが設けられたことを特徴とする。

【0023】

以上のような請求項2の発明では、ガス分離装置が混合ガスから特定種類のガスを分離して高純度のSF₆ガスを加圧液化装置に送り込むので、加圧液化装置中のSF₆ガスはガス絶縁機器での使用状態よりもその純度が高くなり、液化圧力を下げることができる。

【0024】

また、ガス分離装置の上流側に設置された導入部バッファタンクにて混合ガスをいったん溜めることができるため、減圧状態においてガスの流量が減少した場合、ガス分離装置以降の操作を中止して十分な流量を確保することができる。すなわち、減圧条件下でもガス流量を適正化でき、高い回収効率を維持することができる。なお、導入部バッファタンクにおいてガス量が不足した場合はそのままタンク内に封じ込めておき、次のガス回収操作時に回収処理すれば良いので、導入部バッファタンクにて減圧処理する必要は全く無い。そのため、混合ガスに含まれる分解ガスの離脱は考える必要が無い。

【0025】

請求項3の発明は、請求項2記載のガス回収装置において、前記導入部バッファタンク内に、口径が5オングストローム及び10オングストロームであるゼオライト系の吸着剤が封入されたことを特徴とする。

【0026】

この請求項3の発明では、導入部バッファタンク内の吸着剤が分解ガスを確実に捕えるため、ガス分離装置や加圧液化装置内へ分解ガスが侵入することがない。したがって、化学的な劣化や目詰まりを起こらず、これら装置の寿命を延ばすことができる。

【0027】

請求項4の発明は、請求項2または3記載のガス回収装置において、前記混合ガスを減圧して回収するときに限って、前記導入部バッファタンクに前記混合ガスを保管するように構成されたことを特徴とする。

【0028】

このような請求項4の発明では、混合ガスを減圧して回収するときにだけ導入部バッファタンクに混合ガスを保管し、加圧～大気圧レベルでは導入部バッファタンクを単に通過させることができる。そのため、回収効率のガス絶縁機器側のガス圧力が高い回収作業の初期には迅速に混合ガスを回収可能であり、回収作業時間が長期化することがない。

【0029】

請求項5の発明は、請求項2、3または4記載のガス回収装置において、前記ガス分離装置が、選択吸着性を有する吸着剤を用いた圧力スイング吸着装置から構成されたことを特徴とする。この請求項5の発明では、圧力スイング吸着装置内の吸着剤が選択的な吸着作用を行うことにより混合ガスを分離することができる。したがって、SF₆ガスを濃縮しつつ連続的にこれを回収することができる。

【0030】

請求項6の発明は、請求項2、3または4記載のガス回収装置において、前記ガス分離装置が透過膜から構成されたことを特徴とする。この請求項6の発明では、膜の選択的な透過により混合ガスを分離して、前記請求項3の発明と同じくSF₆ガスを濃縮しつつ連続的に回収することができる。

【0031】

請求項7の発明は、請求項2、3、4、5または6記載のガス回収装置において、前記ガス分離装置が多段に配置されたことを特徴とする。以上の請求項7の発明では、複数回のガス分離工程を行うことができ、SF₆ガスの純度をいっそう高めることが可能であり、液化圧力の低減を図ることができる。

【0032】

請求項8の発明は、請求項2、3、4、5、6または7記載のガス回収装置に

において、前記ガス分離装置にて分離された特定種類のガスを溜める排出ガス溜めタンクが設けられ、この排出ガス溜めタンク内にSF₆ガスを吸着する吸着剤が封入されたことを特徴とする。

【0033】

以上の請求項8の発明では、ガス分離装置にて分離された特定種類のガス中に微量のSF₆ガスが残留していても、タンク内の吸着剤の働きによりSF₆ガスを吸着することができる。したがって、大気への放出をほとんど無視できる程度にまでSF₆ガスを低減することができる。

【0034】

請求項9の発明は、請求項1、2、3、4、5、6、7または8記載のガス回収装置において、前記フィルタ内に前記分解ガスを吸収する化学吸着タイプの吸着剤が組み込まれたことを特徴とする。この請求項9の発明では、フィルタ内の吸着剤が分解ガスを化学的に捕えるため、ガス分離装置や加圧液化装置内へ分解ガスへの侵入を防ぎ、化学的な劣化や目詰まりを防止して、装置の長寿命化を図ることができる。

【0035】

請求項10の発明は、請求項1、2、3、4、5、6または7記載のガス回収装置において、前記ガス絶縁機器内に、口径が5オングストローム及び10オングストロームであるゼオライト系の吸着剤が封入され、このうち5オングストロームの吸着剤の比率が80wt%以上、10オングストロームの吸着剤の比率が20wt%以下となるように構成されたことを特徴とする。

【0036】

このような請求項10の発明では、ガス絶縁機器内に2種類の口径を持つ吸着剤を上記の配合にて備えることによって、分解ガスの吸着性能に影響を与えず、且つガス絶縁機器内におけるSF₆ガス吸着量を最小限にすることができる。したがって、減圧回収した時にガス絶縁機器側からSF₆ガスが徐々に長期にわたって離脱するような現象を回避できる。その結果、回収作業時間が短くなり、回収効率を向上することができる。

【0037】

【発明の実施の形態】

(1) 代表的な実施の形態

〔構成〕

以下、本発明の実施の形態の一例について図面を参照して具体的に説明する。
なお、図8に示した構成要素と同一の部材に関しては同一符号を付して説明は省略する。

【0038】

本実施の形態は、請求項1、2、5、8及び9を包含するもので、SF₆ガスを含む複数種の絶縁性ガスからなる混合ガスを充填したガス絶縁機器1に用いられるガス回収装置である。図1に示すように、本実施の形態の構成上の特徴は次の点にある。すなわち、ガス絶縁機器1と加圧液化装置6との間には、混合ガスから窒素ガスを分離してSF₆ガスを濃縮し、SF₆ガスだけを加圧液化装置6に送り込むガス分離装置5が設けられている。このガス分離装置5は選択吸着性を有する吸着剤を用いた圧カスイング吸着装置から構成されている。

【0039】

また、ガス分離装置5とガス絶縁機器1との間には、混合ガスを保管するための導入部バッファタンク4が設けられている。この導入部バッファタンク4及び加圧液化装置6には加圧液化装置6内のガス相を導入部バッファタンク4へと還流する還流ライン19が接続されている。さらに、ガス分離装置5には排出ガス溜めタンク8が接続されている。排出ガス溜めタンク8はガス分離装置5にて分離された窒素ガスを溜めるようになっており、内部にはSF₆ガスを吸着するための10オングストロームのゼオライト系の吸着剤18が封入されている。

【0040】

なお、フィルタ2には分解ガスを吸収する化学吸着タイプの吸着剤2aが組み込まれている。この吸着剤2aは金属の水和物、例えばCa(OH)₂等から構成されている。これらの構成要素は配管13で結ばれており、バルブ類14で流路が制御されている。符号9はガス回収装置全体を制御する制御装置、10は信号ケーブルである。

【0041】

〔作用効果〕

以上のような構成を有する本実施の形態は次のような作用効果を有している。まず、ガス分離装置5におけるガスの分離原理について図2～図4を用いて説明する。ガス分離装置5には吸着剤として図2に示すような合成ゼオライトが封入されている。ゼオライトは、含水アルミノケイ酸塩鉱物群の総称で、一般式 $\text{MeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ で示される。また、合成ゼオライトは、その表面に均一な細孔を有し、この細孔よりも小さい分子のみが、孔路を通して、空洞の内部に吸着されるため、優れた選択吸着性（分子篩効果）を示す。

【0042】

一方、分離回収対象の SF_6 ガスと窒素ガスは、分子の大きさが異なっている。 SF_6 分子は $\text{DS}5.49 \sim \text{DL}6.06$ 、 N_2 分子は $\text{DS}3.1 \sim \text{DL}4.2$ である（分子は、球形ではないため、ここでDSは分子の短い方の大きさを、DLは分子の長い方の大きさを示した。単位はオングストローム）。吸着剤の細孔径が5オングストロームのものを使用した場合、 SF_6 ガスは、表面にある細孔を通れずゼオライト内部には入れないため、吸着されず、窒素ガスだけが選択的に吸着されて、 SF_6 ガスの分離が容易となり、分離が可能となる。ゼオライトは、結晶構

造中に金属陽イオンを包蔵し、これが極性基を静電的に引き付けたり、分極性分子を分極して引き付ける作用を示し吸着するもので中性分子の吸着にも適用できる有利がある。

【0043】

ガス分離装置5では以上のような選択吸着性を持つゼオライトにより圧力スイング吸着方式にてガスの分離を行うようになっている。圧力スイング吸着方式とはその名のように吸着剤の吸着量がガス圧力に比例することを基本原則にしており、模式的に示すと図3のグラフのようになる。

【0044】

図4はガス分離装置5の主要部の構成を抜き出したものである。すなわち、ガス分離装置5は2個の分離槽15a、15bからなっており、内部に5オングス

トロームのゼオライト系の吸着剤 16 が入っている。バルブに関しては B 1 ~ B 7 の番号を付けて基本的な運転パターンを説明する。バルブ B 1 は開、その他のバルブは閉の状態になっている。また、バルブ B 4 は開の状態です真空ポンプに連結され減圧処理されている。まず S F 6 ガスの分離に関して説明する。

【0045】

ガス絶縁機器内の混合状態のガスは、真空・加圧ポンプ 3 により、バッファタンク 4 を通して下流域に流れていき、分離装置の入り口に入り、続いて分離槽 15 a に混合ガスが注入される。一方、この時期分離槽 15 b は、減圧下にあり吸着していた窒素ガスを放出した初期の再生状態にある。分離槽 15 a では、吸着剤の分子篩効果により、吸着剤には窒素ガスだけが吸着され、S F 6 ガスは濃度を上げながら流路に沿って図面上方に流れる。最終的に分離槽 15 a の上部では、S F 6 ガス濃度が高いガスが溜まる。

【0046】

そして所定圧力に達した時点で、バルブ B 1 を閉とし混合ガスの流入を止め、バルブ B 6 を開にして濃縮した S F 6 ガスを回収する。次いでバルブ B 6 を閉、バルブ B 3 を開とし、混合ガスの流路を分離槽 15 b 側に変える。これにより今度は S F 6 ガスの分離濃縮は、分離槽 15 b が機能することになる。そして、前サイクルと逆に分離槽 15 a 側は、減圧処理し、窒素ガスを離脱し、排出すると共に吸着剤 16 は再生され初期の未吸着の状態になる。この繰り返しにより混合ガスは、S F 6 ガスと窒素ガスに分離されていき、濃縮された S F 6 ガスを加圧液化装置 6 に送り込まれる。

【0047】

先に説明したように吸着工程では圧力が高く、分子の大きさが吸着剤 16 の孔径より小さい窒素ガスだけが多量に吸着できる。逆に圧力を低下させると吸着剤 16 に吸着している窒素ガスが離脱し、最終的に排出され、それと同時に吸着剤 16 は再生される。その後再度ガス圧が上昇した場合、吐き出した量と同じ量だけ窒素ガスを吸収することができる。このように吸収と再生を交互に繰り返せば、原則的には半永久的に混合ガスの分離が可能になる。但し、先に述べたように水分や分解ガスの一部は吸着剤 16 と強く結びつくので、初期の性能から低下し

ていくので、回収装置に入るガスは分解ガス等が入らないような一定の純度管理が行う必要がある。

【0048】

以上述べたようにして、当初使用していた混合ガス中のSF₆ガス濃度を例えば10vol%から50 vol %濃度まで濃縮すれば、液化圧力は室温下で約4MPa程度になる（表1参照）。したがって、既存レベルの液化装置の使用が可能となり、高圧力にして液化する危険性も大幅に低減される。また、冷却を併用して液化するにしても、機器の大型化を避けることができる。例えば、20℃の場合は約1.3MPaまで液化圧力を低減することができる。

【0049】

また、本実施の形態では、回収作業が進んで減圧状態になって混合ガスの流量が減少しても、導入部バッファタンク4において混合ガスをいったん溜めることができるので、ガス分離装置5以降の操作を中止してガス分離装置5の上流側に十分な流量を確保することができる。すなわち、減圧条件下におけるガス流量の適正化を実現することができ、高い回収効率を維持することができる。なお、導入部バッファタンク4においてガス量が不足した場合は次のガス回収操作時に回収処理することができる。そのため、導入部バッファタンク4にの減圧処理は不要であり、混合ガスに含まれる分解ガスが離脱することはない。

【0050】

さらに、本実施の形態においては、フィルタ2内の化学吸着タイプの吸着剤2aが分解ガスを確実に捕えるので、ガス分離装置5や加圧液化装置6内へ分解ガスが侵入しない。したがって、化学的な劣化や目詰まりを起こらず、これら装置の寿命を延ばすことができる。

【0051】

また、ガス分離装置5にて分離された窒素ガス中に微量のSF₆ガスが残留したとしても、排出ガス溜めタンク8内の吸着剤18がSF₆ガスだけを吸着する。SF₆ガス5%のガス圧力0.2MPaの混合ガス中に10オングストロームタイプのゼオライト系の吸着剤を封入した時のSF₆ガス濃度の変化を図5に示す。このような僅かなSF₆ガスでも確実に吸着する。

【0052】

なお、10オングストロームタイプのゼオライト系吸着剤18も最終的には、SF6ガス吸着が飽和に達するので、所定量処理した後に減圧してSF6ガスを回収すると共に吸着剤18を再生する必要がある。この場合には、真空・加圧ポンプ3によりSF6ガスを含んだ窒素の混合ガスとして配管13で導入部バッファタンク4に還流する。短時間での回収が必要な場合には80～100℃に加熱すると良い。そして、再度分離回収するので、SF6ガスの大気への放出はほとんど無視できる程度まで低減でき、優れた環境調和性を発揮することができる。

【0053】

また、実験によれば、10オングストロームタイプのゼオライト系吸着剤18を充填した筒内に排出ガスを流すだけでも、SF6ガスが吸着される効果があることが解っている。この場合には、ガス出口側から減圧処理すると未吸着部分の吸着剤までSF6ガスが分散するため、カラムのガス入口側から減圧処理して再生の方が良い。従って、必ずしもバッファタンク4でトラップさせる必要は無く、10オングストロームタイプのゼオライト系吸着剤18を充填した筒内に排出ガスを流すだけでも同等の効果が得られる。

【0054】

ところで、以上述べたように本実施の形態では、ガス分離装置5により混合ガスをSF6ガスと窒素ガスとに分離しているが、窒素ガス中にSF6ガスが混入することを極力防ぐ必要がある。このため、ガス分離装置5内で回収ガスとしてSF6ガスをポンプ3側に送る場合、多少の窒素ガスを余分にリンスする要領でSF6ガスと一緒に回収していく。この場合、窒素ガスを連続的に回収していくと、加圧液化装置6内にはSF6ガスと窒素ガスとが溜まり続ける。SF6ガスの方は加圧液化装置6の働きにより液化していくが、窒素ガスの方はガスの状態で溜まり続け、加圧液化装置6内の設計圧力をオーバーするおそれがある。そこで本実施の形態においては、還流ライン19を通して加圧液化装置6から導入部バッファタンク4へと戻すことができる。これにより、安全性の向上を図ることができる。

【0055】

しかも、窒素ガス中にSF₆ガスが残っていたとしても、このガスが再度、ガス分離装置5及び加圧液化装置6を通過するため、SF₆ガスの回収率は大幅に向上する。これにより、SF₆ガスの大気への放出をほとんど無視できる程にSF₆ガスを回収することが可能となる。なお、還流ライン19により自動的に窒素ガスを戻すのではなく、別容器にこれを一時的に保管し、バッチ式にガス分離装置5の前工程の戻しても同じ効果が得られる。

【0056】

(2) 他の実施の形態

なお、本発明は以上のような実施の形態に限定されるものではなく、例えば、請求項3及び4を含む実施の形態としては、図6及び図7に示すように導入部バッファタンク4内部に5オングストロームと10オングストロームのゼオライト系の吸着剤16を封入しても良い。図6に示した実施の形態では2つの導入部バッファタンク4a、4bを備えており、このうちの4bにのみ吸着剤16が封入されている。これらの実施の形態は、バルブ類14の制御により混合ガスを減圧して回収するときに限って、吸着剤16を有する導入部バッファタンク4、4bに混合ガスを保管するようになっている。

【0057】

以上の実施の形態によれば、導入部バッファタンク4、4b内の吸着剤16が分解ガスを確実に捕えるので、ガス分離装置5や加圧液化装置6へ分解ガスが入らない。したがって、化学的な劣化や目詰まりを防止でき、これら装置の寿命を延ばすことが可能である。しかも、混合ガスを減圧して回収するときにだけ導入部バッファタンク4、4bに混合ガスを保管し、加圧～大気圧レベルでは導入部バッファタンク4、4bを単に通過させることができる。そのため、回収効率のガス絶縁機器1側のガス圧力が高い回収作業の初期には迅速に混合ガスを回収でき、回収作業時間の短縮化を図ることができる。

【0058】

また、5オングストロームと10オングストロームの混合ゼオライト系吸着剤16を使用しているため、SF₆ガス自体の吸着量を抑えることができる。さら

には、分解ガスの中で分子の大きさが5オングストロームより大きいものを確実に吸着することと、吸着スピードを確保することが可能である。なお、以上の導入部バッファタンク4、4bは減圧処理せず、運転停止は圧力が少し掛かった状態で行なうのが良い。また、この部分に使用している吸着剤16は、再生出来ないで最終的には廃棄物として処理される。

【0059】

さらに、請求項6に対応する実施の形態として、ガス分離装置に膜を使用して良い。この実施の形態では分子の大きさや膜材への溶解の差を応用したものなどが考えられる。

【0060】

請求項7の発明に対応する実施の形態としては、ガス分離装置が多段に配置されたものも包含する。例えば、混合ガスを1段目のガス分離装置に導き、濃縮したSF₆ガスを回収し、一方、ここから排出されたガスを2段目のガス分離装置に導いて、微量に含まれるSF₆ガスを再度濃縮するように構成する。このような実施の形態によれば、複数回のガス分離工程を行うことができ、SF₆ガスの純度をいっそう高めることが可能であり、液化圧力の低減を図ることができる。

【0061】

また、請求項10に対応する実施の形態は、ガス回収を容易にするためのガス絶縁機器側に関する改善したものである。回収対象のガス絶縁機器1内の乾燥用および分解ガス除去用吸着剤として5オングストロームと10オングストロームのゼオライト系混合吸着剤を封入することを特徴とし、5オングストロームと10オングストロームのゼオライト系吸着剤の比率に関して、前者は80wt%以上、後者は20wt%以下となることが望ましい。

【0062】

通常の遮断では、SO₂F₂の発生量はSO₂F₂に比べて小さく、1/10以下であることが知られている。上記の実施の形態においては、ガス絶縁機器1内に2種類の口径を持つ吸着剤を前記配合にて備えているため、分解ガスの吸着性能を維持しつつ、ガス絶縁機器1内でのSF₆ガス吸着量を最小限にすることができる。

したがって、減圧回収した時にガス絶縁機器 1 側から S F 6 ガスが徐々に長期にわたって離脱するようなことがない。その結果、回収作業時間を短くすることができ、回収効率が向上する。

【0063】

【発明の効果】

以上述べたように、本発明によれば、還流ラインを設けて加圧液化装置内のガス相を混合ガス導入部へと戻すことにより、S F 6 ガスの回収率を高めることができる。また、本発明によれば、吸着剤の特異な吸着作用により S F 6 ガスと他のガスを効率よく分離し、この分離により S F 6 ガス濃度を高めて、減圧条件下での回収効率高めて回収作業時間の短縮化を図ることができる。さらに、本発明によれば、ガス絶縁機器から排出される分解ガスを確実に除去して装置の長寿命化を実現することができると共に、ガス絶縁機器内の吸着剤における配合の最適化を図って、優れた回収効率を発揮することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の代表的な実施の形態の構成図。

【図 2】

本実施の形態のガス分離原理を説明する模式図。

【図 3】

ゼオライトの吸着量と圧力の関係を示すグラフ。

【図 4】

本実施の形態のガス分離装置の主要部の構成図。

【図 5】

10 オングストロームのゼオライト系の吸着剤の吸着特性を示すグラフ。

【図 6】

本発明の他の実施の形態の要部構成図。

【図 7】

本発明の他の実施の形態の要部構成図。

【図 8】

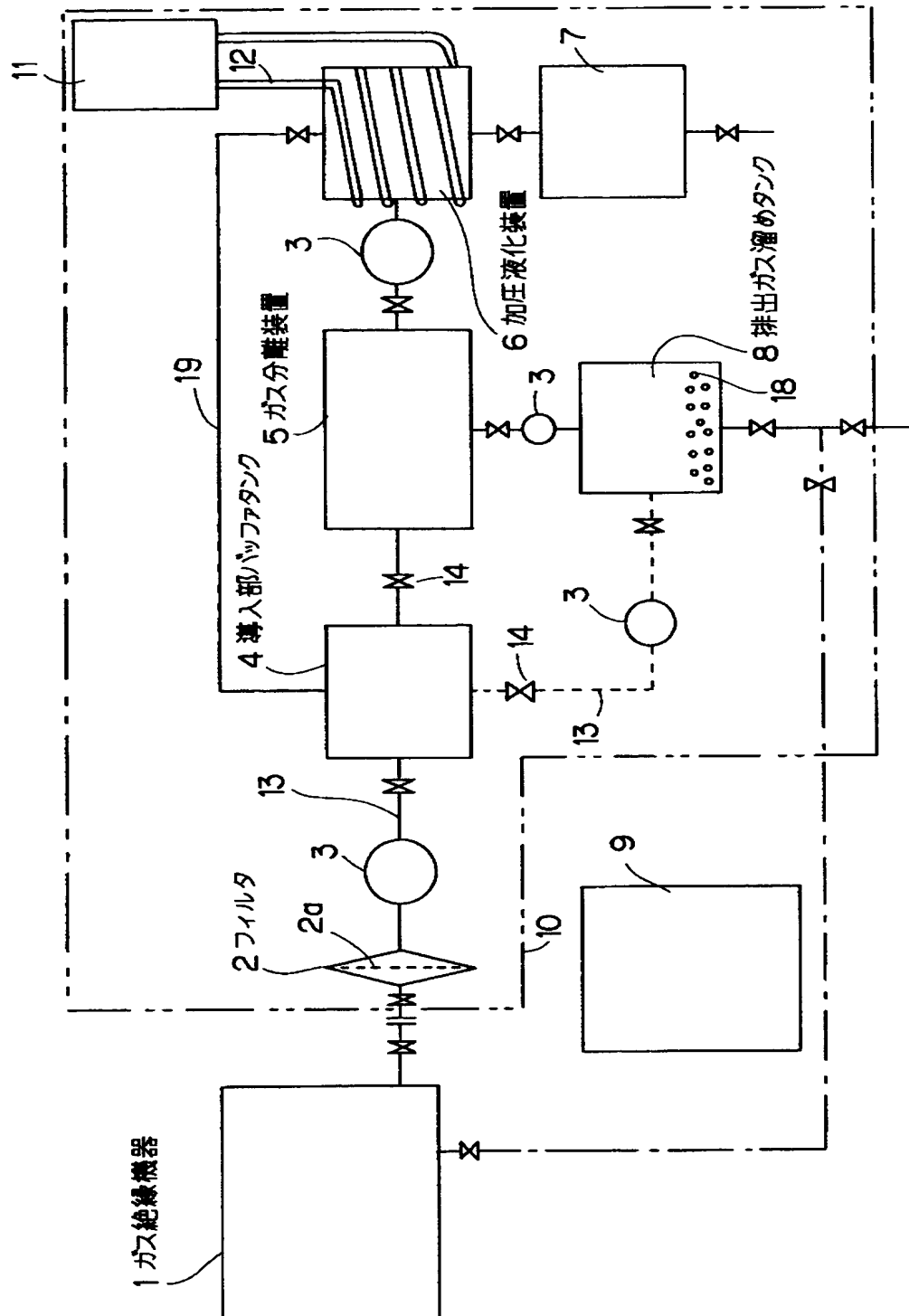
従来のガス回収装置の構成図。

【符号の説明】

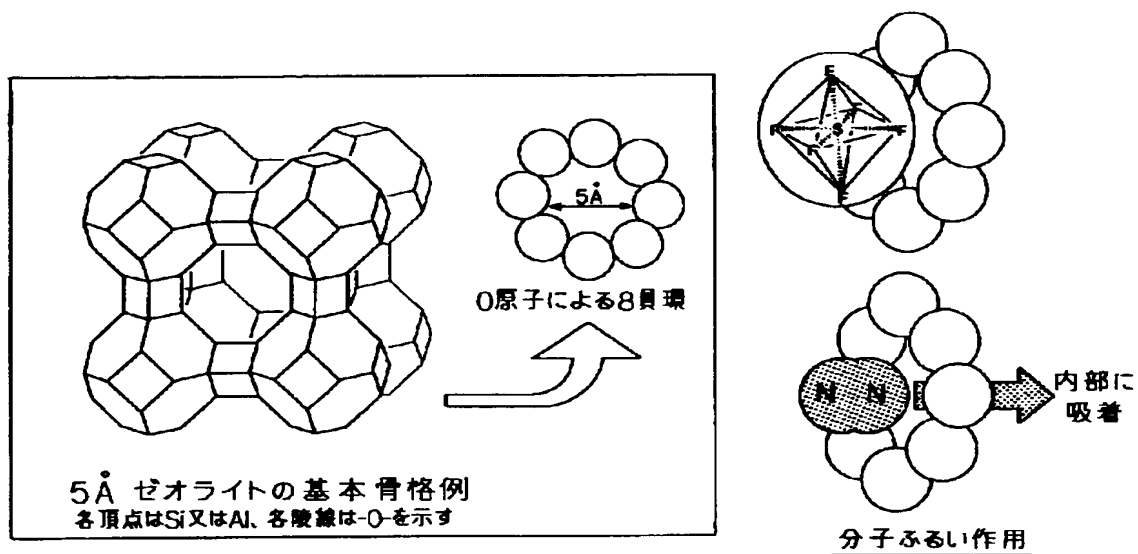
- 1 … ガス絶縁機器
- 2 … フィルタ
- 2 a, 1 6, 1 8 … 吸着剤
- 3 … 真空・加圧ポンプ
- 4 … 導入部バッファタンク
- 5 … ガス分離装置
- 6 … 加圧液化装置
- 7 … S F 6 液タンク
- 8 … 排出ガス溜めタンク
- 9 … 制御装置
- 1 0 … 信号ケーブル
- 1 1 … 冷凍機
- 1 2 … 冷却パイプ
- 1 3 … 配管
- 1 4 … バルブ類
- 1 5 a, 1 5 b … 分離槽
- 1 8 … 吸着剤
- 1 9 … 還流ライン

【書類名】 図面

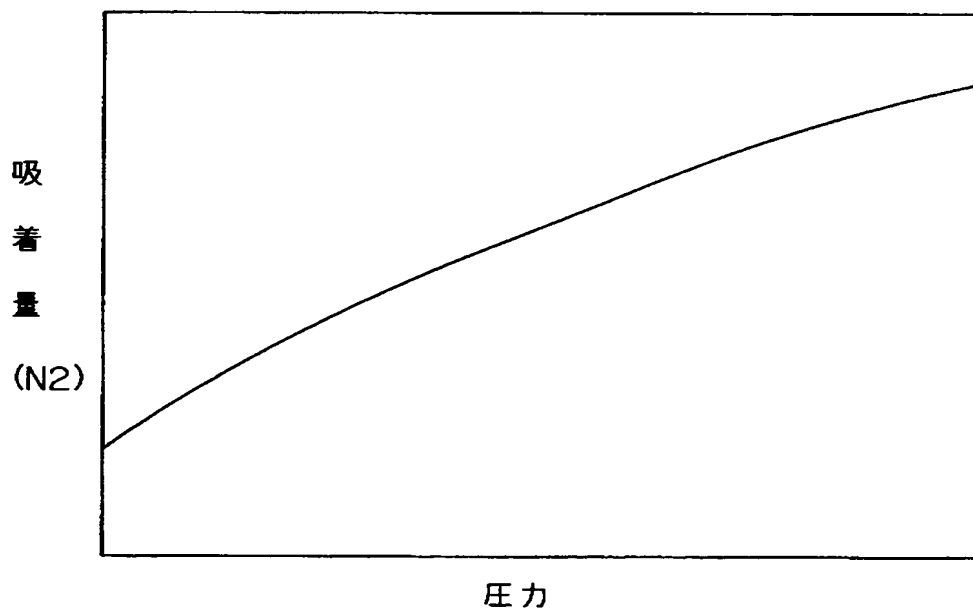
【図 1】



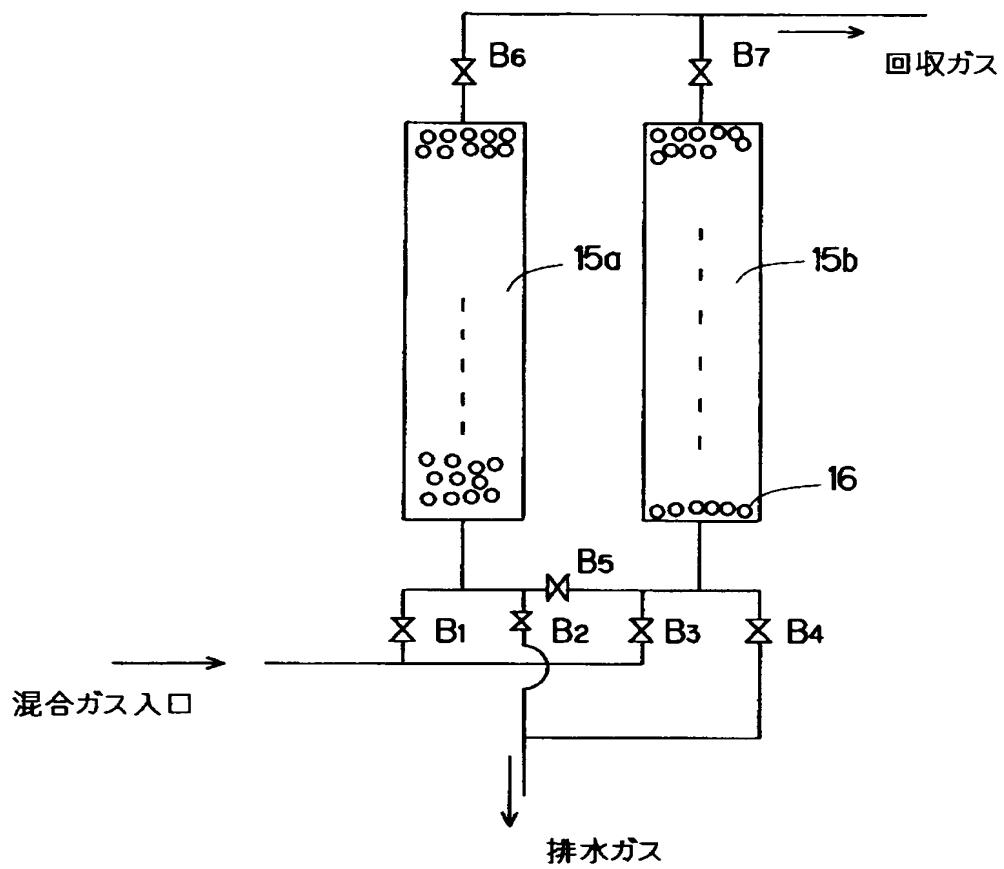
【図 2】



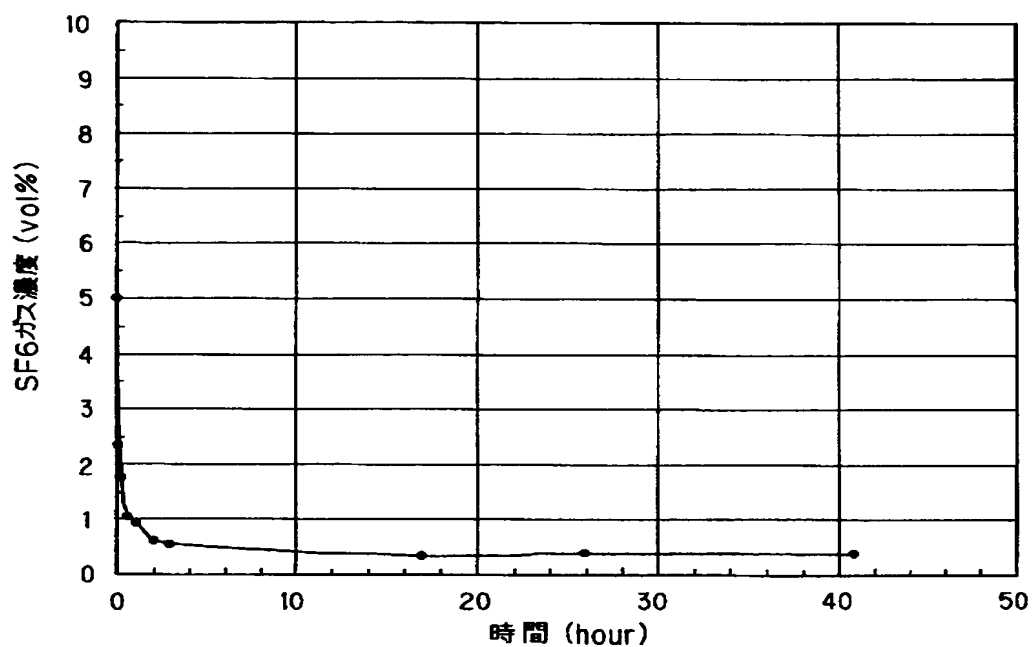
【図 3】



【図 4】

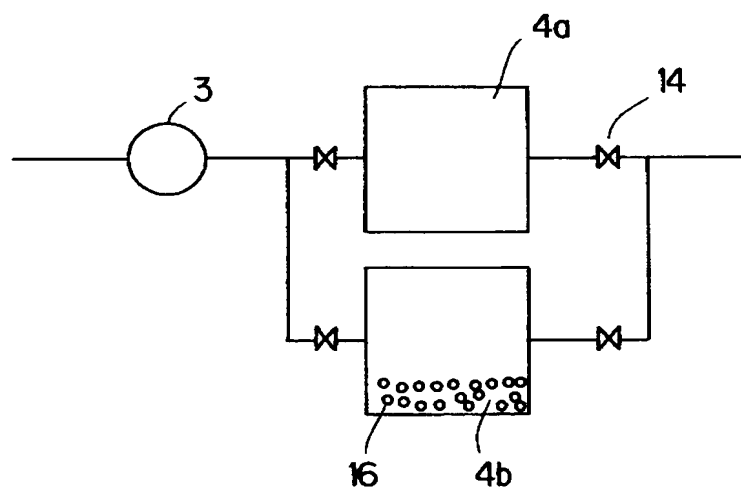


【図 5】

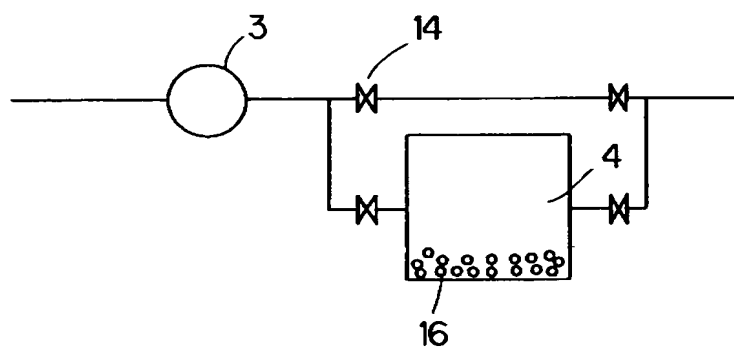


10Å ゼオライトの吸着特性

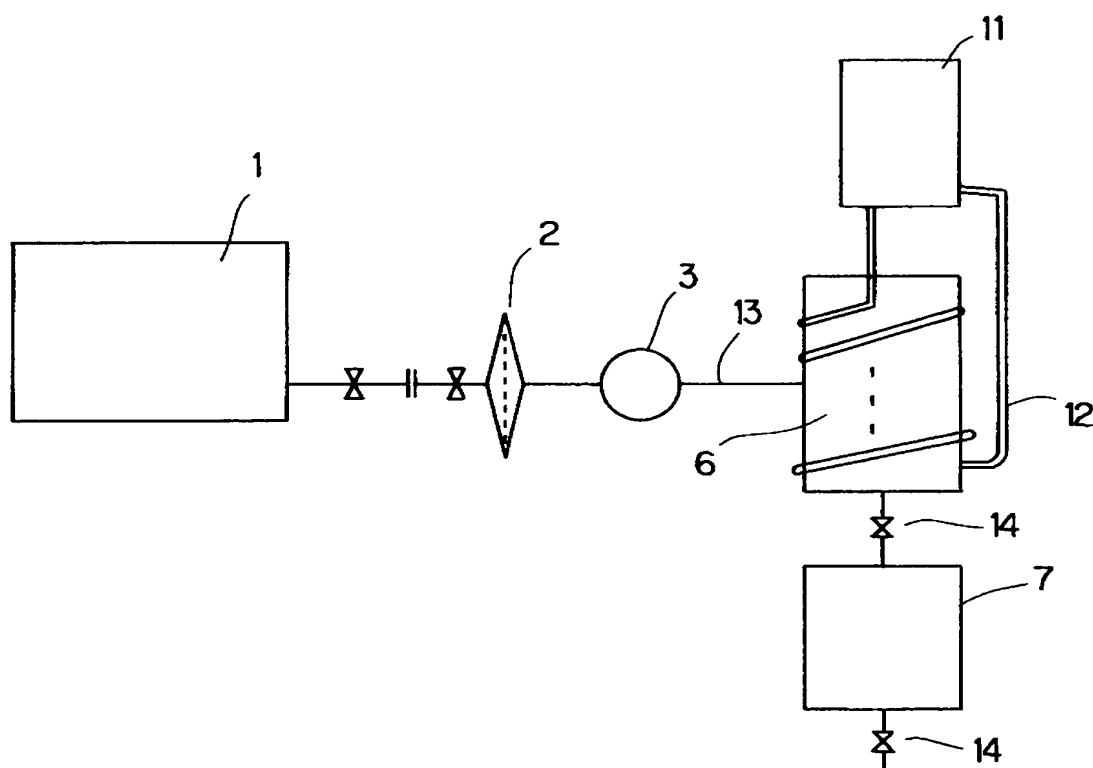
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 SF6 ガスの回収率を高めると共に、減圧条件下での回収効率を高めて回収作業時間の短縮化を図る。

【解決手段】 ガス絶縁機器 1 と加圧液化装置 6 との間には、混合ガスから窒素ガスを分離して SF6 ガスを濃縮し、SF6 ガスだけを加圧液化装置 6 に送り込むガス分離装置 5 が設けられている。ガス分離装置 5 とガス絶縁機器 1 との間には、混合ガスを保管するための導入部バッファタンク 4 が設けられている。この導入部バッファタンク 4 及び加圧液化装置 6 には加圧液化装置 6 内のガス相を導入部バッファタンク 4 へと還流する還流ライン 19 が接続されている。さらに、ガス分離装置 5 には吸着剤 18 が封入された排出ガス溜めタンク 8 が接続されている。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003078]

1. 変更年月日 1990年 8月22日

[変更理由] 新規登録

住 所 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

氏 名 株式会社東芝